Fütterungsversuche mit einer aus den einfachen Nahrungstoffen zusammengesetzten Nahrung an Tauben und Ratten.

Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen medizinischen Facultät
der Ludwig-Maximilian~~ischen~~ Universität München

1906

ACAD
MED BAY
BIBL

vorgelegt von

Ludwig Jacob
aus Kaiserslautern.

H. E. P. Koch, Buchdruckerei, Hamburg 20.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Facultät
der Universität München.

Referent: Geheimrat Professor Dr. **C. v. Voit.**

Fütterungsversuche mit einer aus den einfachen Nahrungsstoffen zusammengesetzten Nahrung an Tauben und Ratten.

Von

Ludwig Jacob.

(Aus dem physiologischen Laboratorium zu München).

I. Frühere Versuche.

Carl Voit (1) sagt in seiner Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung (S. 19): „Es wäre unstreitig am besten, könnte man (zur Untersuchung der Grundtatsachen des Stoffwechsels) nur reine chemische Verbindungen (die reinen Nahrungsstoffe), z. B. reines Eiweiss, Fett, Zucker, Stärkemehl, Aschenbestandteile oder Gemische derselben, geben. Da aber die Menschen und auch die Tiere nur selten solche geschmacklose Gemenge auf die Dauer aufzunehmen oder zu ertragen vermögen, so bleibt für die meisten Fälle nichts anderes übrig, als schon durch die Natur zusammengesetzte Mischungen (Nahrungsmittel) zu wählen. Doch wäre es wohl möglich und ganz verdienstvoll, die Grundversuche, nachdem vorher der Weg mit letzteren Mischungen gefunden worden ist, mit den reinen Nahrungsstoffen zu wiederholen, obwohl sich dabei sicherlich im wesentlichen keine anderen Resultate ergeben werden."

Die Bearbeitung dieser Aufgabe hat aber die Lösung einer anderen zur Voraussetzung. Es muss zuerst durch Versuche geprüft werden, welche reinen Nahrungsstoffe nötig und geeignet sind, ein Tier längere Zeit zu erhalten, ohne dass es wesentlich an Körpersubstanz abnimmt oder sonstige Störungen eintreten, welche genaue Stoffwechselversuche unmöglich machen würden. Aber auch das Problem an sich ohne Hinblick auf jenen besonderen Zweck hat eine gewisse prinzipielle Bedeutung. Es ist die Frage, ob dem Tierphysiologen möglich ist, was dem Pflanzenphysiologen schon seit längerer Zeit gelang, nämlich einen

1) Literatur s. am Schlusse.

Organismus mit einem Gemisch der erforderlichen reinen Nahrungsstoffe auf die Dauer am Leben und funktionstüchtig zu erhalten. Um ein möglichst vollkommenes Bild der Vorgänge bei diesen Versuchen zu bekommen, wäre freilich auch eine genaue Analyse der Exkrete nötig, welche Aufschluss über die Verwertung der verschiedenen im Futter vereinigten Nahrungsstoffe geben. Es war mir aber bei der zur Verfügung stehenden kurzen Zeit leider nicht möglich, auch darauf die Untersuchungen auszudehnen. So suchte ich nur Aufschluss darüber zu erlangen, inwieweit es möglich ist, Tiere (in diesem Falle Tauben und Ratten) mit reinen Nahrungsstoffen längere Zeit am Leben zu erhalten, welche Schwierigkeiten dem entgegenstehen und wie dieselben zu überwinden sind.

Es liegt bis jetzt nur eine kleine Anzahl Arbeiten vor, bei denen sich die Verfasser die gleiche Aufgabe der Ernährung mit reinen Nahrungsstoffen gestellt haben, dagegen eine Reihe anderer, bei denen sie die Bedingungen zur Lösung anderer Fragen bildete, oder sonstwie eng mit solchen verknüpft war. Es seien diese letzteren, soweit sie auf unser Thema Bezug haben, nur kurz erwähnt, auf die andern soll etwas näher eingegangen werden.

P. Plósz (2) fütterte einen ca. 10 Wochen alten Hund 18 Tage lang mit einer Nährlösung aus Pepton, Traubenzucker, Fett und Salzen und erzielte dabei eine Gewichtszunahme um 501 g = 37,5 % des Anfangsgewichtes.

Richard Maly (3) stellte aus Pepton, Stärke, Olivenöl, Zellulose, Weizenasche und arabischem Gummi Nährpillen her und fütterte damit Tauben. Er gab aber nur 2 Tage lang die Pillen allein, sonst immer mit einer grösseren oder geringeren Menge Weizen, der kein reiner Nahrungsstoff ist. Ausserdem wurde der Versuch immer durch Perioden reiner Weizenfütterung unterbrochen.

H. Weiske, M. Schrodt und St. v. Dangel (4) benutzten zu Versuchen an Kaninchen und Hühnern, um die Bedeutung des Asparagins für die Ernährung festzustellen, ein Nährgemisch aus Stärke, Olivenöl, Leim, Asche und Asparagin; ein Versuch (an Kaninchen) ohne Leimzusatz konnte 63, ein anderer mit Leimzusatz 72 Tage lang durchgeführt werden: die Hühner ertrugen aber die Fütterung nicht länger als höchstens 17 Tage. Das gleiche Gemisch verwendete Röhmann (5) für seine Untersuchungen über den Einfluss verschiedener stickstoffhaltiger Stoffe auf die Glykogenbildung bei Kaninchen.

Weiske (6) bediente sich eines künstlichen Futters auch in Versuchen an Ziegen und Lämmern, durch die er den Einfluss von kalk- und phosphorsäurearmer Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen klarlegen wollte. Er stellte ein Gemisch her von Kasein, Zucker, Stärke, Kochsalz, Schlemmkreide und

Strohhäcksel, das mit Salzsäure und destilliertem Wasser gründlich extrahiert war. Eine der beiden Ziegen frass dieses Futter 42 Tage lang, bis der Versuch abgebrochen wurde. Sie zeigte keine Krankheitssymptome, wurde nur deutlich matter und frass gegen Ende des Versuchs nicht mehr so gut wie zu Anfang. Eine zweite Ziege verweigerte von Anfang an das Futter. In einem dritten Versuch frass eine Ziege dasselbe Gemisch ohne Kalk, aber mit phosphorsaurem Natrium 50 Tage lang, wurde dabei immer magerer und hinfälliger und starb am 50. Tage. Nach den Darlegungen von Erwin Voit sind die Tiere Weiskes nicht an Kalkmangel, sondern an Inanition zugrunde gegangen.

In einem weiteren Versuche von H. Weiske und E. Wildt (7) frassen zwei $2^1/_2$ Monate alte Lämmer ein ähnliches Nahrungsgemisch 55 Tage lang, nahmen aber dabei beträchtlich ab und waren nahe am Verenden, als der Versuch abgebrochen wurde.

E. Salkowski (8) fütterte einen Hund 10 Tage lang mit einer Nahrung aus Eukasin, Speck, Reis[1]), Fleischextrakt und Kochsalz und erzielte 285 g Gewichtszunahme; bei einem andern Hund in 24 Tagen die gleiche Gewichtszunahme. Im ersten Fall verweigerte das Tier am 10. Tage die Nahrung. Ein ähnliches Ergebnis hatte G. Marcuse (9), der mit Kasein, Stärke, Speck und Salzen in 11 Tagen bei einem Hund eine Gewichtszunahme von 730 g (9,4%) erzielte.

Etwas länger währte eine hier verwertbare Versuchsreihe von H. Zadik (10), bei der eine 10 kg schwere Hündin 19 Tage lang eine künstliche Nahrung aus Speck, Stärke und Fleischsalzen bekam, der in verschiedenen Perioden abwechselnd Kasein, Edestin und Vitellin zugegeben wurde. Das Tier setzte dabei Stickstoff und Phosphor an, bekam aber schliesslich Diarrhöe und Erbrechen, so dass der Versuch abgebrochen werden musste.

Auf einige andere Versuche von Johannes Potthast (11), E. Salkowski (12), G. Marcuse, H. Zadik und Ernst Ehrlich (13), will ich hier nicht eingehen, teils weil das Nahrungsgemisch keine anorganischen Bestandteile enthielt, also nicht vollständig war, teils weil die Versuche sich nur auf kurze Perioden, (5-6 Tage) erstreckten; sie sind daher nur der Vollständigkeit wegen erwähnt.

Hierher gehören noch die Versuche von Josef Forster (14); derselbe fütterte 2 Tauben mit einem Gemisch aus Kasein, Stärke und Wasser ohne Salze. Die Tiere frassen anfangs von selbst, verweigerten dann das Futter und wurden zuletzt zwangsweise gefüttert. Sie waren aber nicht am Leben zu erhalten und starben

[1]) Da Fleischextrakt und Reis keine reinen Nahrungsstoffe sind, ist das Ergebnis dieser Versuche für unsere Frage nicht zu verwerten; es können sich ja auch Menschen mit einer Nahrung, die fast nur aus Reis besteht, auf die Dauer erhalten.

am 26. und 31. Tage. Sie waren beide sehr stark abgemagert. Bei einer 3. Taube, die mit denselben Nahrungsstoffen von Anfang an zwangsweise gefüttert wurde, trat am 12. Tage Erbrechen ein, am nächsten Tage verendete das Tier unter Krämpfen. Forster führte diesen Ausgang der 3 Versuche auf den Salzmangel zurück, der bei den Tieren eingetreten sei. Diese Auslegung ist nicht zwingend, wie auch Steinitz (18) geltend macht; denn es fehlt bei diesen Versuchen eine Kontrollfütterung mit Kasein, Stärke und Salzen. Im Verlaufe meiner Versuche war Gelegenheit gegeben, diesen Kontrollversuch auszuführen. Ich will später darauf eingehen, wie auch auf einen anderen Punkt, der Forsters Ergebnisse in anderem Licht erscheinen lassen wird. Die beiden Versuche, die Forster mit aschearmen reinen Nahrungsstoffen an Hunden ausführte, dauerten nur 36 und 26 Tage, da die Tiere nicht länger erhalten werden konnten.

Nun kommen die Versuche, welche sich auf unsere Frage, ob Tiere mit den reinen Nahrungsstoffen sich auf die Dauer erhalten lassen, beziehen oder für die Beantwortung dieser Frage verwendet werden können.

Dies sind zunächst die Versuche N. Lunins (15); derselbe prüfte Forsters Versuche an Mäusen nach und stellte zu diesem Zweck ein Gemisch reiner Nahrungsstoffe her, aus dem Kasein und Fett der Milch (das durch Essigsäure gefällte Koagulum) und Rohrzucker. Bei dieser aschearmen Nahrung lebten 5 Mäuse 11—21 Tage, bei Zusatz von kohlensaurem Natrium 16—30 Tage, nach Zugabe von allen anorganischen Salzen im Gewichtsverhältnis, wie sie in der Milch enthalten sind, 20—31 Tage. Von 3 Mäusen, die er mit getrockneter Milch fütterte, starb eine nach 47 Tagen an Darmverschlingung, die beiden anderen lebten $2^1/_2$ Monate ohne Störung in sehr gutem Ernährungszustand bis der Versuch abgebrochen wurde. Lunin schloss aus seinen Ergebnissen, dass in der Milch ausser Kasein, Fett, Milchzucker und den Salzen noch andere Stoffe vorhanden sein müssen, die für die Ernährung unentbehrlich sind.

Es fehlte bei seinem Nahrungsgemisch das organisch gebundene Eisen. Diesem Mangel war abgeholfen bei den Versuchen, welche C. H. Socin (16) an Mäusen anstellte mit einer Nahrung aus Serumeiweiss, Fett, Zucker, Stärke, Zellulose und Asche (anorganische Salze in gleicher Menge wie in der Milch) und Eisen in verschiedener Form (Hämoglobin, Hämatogen, Eisenchlorid). Mit eisenfreier Nahrung lebten die Tiere höchstens 32 Tage; bei Zusatz des Eisens waren die Resultate jedoch nicht besser, denn keines der Tiere lebte länger als 27 Tage. Mit Eidotter, Stärkemehl und Zellulose gefütterte Mäuse lebten beliebig lange. (Abbrechen der Versuche nach 99 Tagen). Socin folgerte aus seinen

Resultaten den Schluss, das in der Milch und dem Eidotter zum Leben nötige, bis jetzt noch unbekannte Stoffe enthalten sein müssten, deren Mangel in den künstlichen Nahrungsgemisch den Tod der Tiere herbeiführe.

Die Versuche von Wief. S. Hall (17), welche nur einige Wochen durchgeführt wurden, sind von zu kurzer Dauer, so dass ihre Resultate für unsere Frage nicht als zwingend angesehen werden können. Er fütterte Mäuse mit Kasein, Fett, Stärke, Zellulose und Salzen, die nach Bunges Milchanalyse zusammengestellt waren. Die Tiere frassen zumeist 3 Wochen gut, zeigten aber dann eine Abneigung gegen das Futter und nahmen nach der 4. Woche an Gewicht stark ab, so dass einige schon vor dem 40. Tage zugrunde gingen.

Franz Steinitz (18) fütterte eine Hündin nach einer 20tägigen Hungerperiode mit Kasein, Speck, Stärke und Salzen. Das Tier frass nur 12 Tage gut, am 14. Tage verweigerte es unter Erbrechen die Nahrung. Einen andern Hund, bei dem er Hungerperioden mit Fütterungsperioden mit phosphatfreien reinen Nahrungsstoffen wechseln liess, konnte er 49 Tage erhalten, dann musste der Versuch wegen Widerstand des Tieres abgebrochen werden; das Gewicht war zurückgegangen. Andere Versuche stellte Steinitz mit jungen, wachsenden Hunden an, die er mit reinen Nahrungsstoffen in dem Verhältnis, wie sie in der Hundemilch enthalten sind, ernährte. Dieses „Milchpulver" bestand aus Kaseinkalzium, Milchzucker, Margarine oder Olivenöl und den Salzen. Er erzielte damit wohl eine Gewichtszunahme, musste aber die Versuche nach höchstens 15 Tagen wegen Nahrungsverweigerung abbrechen. Auch bei Aenderung der Nahrung, Ersatz des Kaseins durch Vitellin oder Edestin, Zugabe von Reisstärke, Speck und Fleischsalzen, waren die Erfolge nicht wesentlich besser. Zwar war die Gewichtszunahme bedeutend (30,0 und 32,9% des Anfangsgewichtes); aber nach 18 Tagen trat Erbrechen, profuse Diarrhöe und Gewichtsabnahme ein, so dass die Versuche abgebrochen werden mussten. Auch in einem weiteren Versuch vermochten sich die Tiere nicht länger als 18 Tage zu halten. Es wurde nun dem Nahrungsgemisch Eisen in Form des Nucleoproteids zugegeben, mit dem Erfolg, dass der Hund an Gewicht zunahm und ganz normal blieb, keine Mattigkeit und sonstige Krankheitssymptome zeigte. Da aber der Versuch aus äusseren Gründen nach 12 Tagen abgebrochen wurde kann man ihn nicht als entscheidend ansehen. Auch einige andere Versuche desselben Autors hatten im wesentlichen die gleichen Ergebnisse. Bis zur Zeit der Nahrungsverweigerung zeigte die Verarbeitung der Nahrungsstoffe keinerlei Störung; es war aber nicht zu entscheiden, warum schliesslich die weitere Fütterung nicht möglich war.

Es erübrigt noch, auf eine wichtige Arbeit von F. Röhmann (19) einzugehen, der sich gleichfalls die Erhaltung von Tieren mit reinen Nahrungsstoffen zur Aufgabe gestellt hatte. Er legte Wert darauf, dass in dem Nahrungsgemisch verschiedene Eiweisstoffe, wie sie im Körper vorkommen (phosphorfreie, phosphorhaltige etc.), vertreten sind (Kasein, Hühnereiweiss, Vitellin und Nucleoproteid); ausserdem gab er als Salze die leicht resorbierbaren Salze organischer Säuren, die erst im Körper zu kohlensaurem Salz verbrannt werden (Natrium- und Magnesium-Zitrat, Kalziumlaktat), dazu phosphorsauren Kalk, saures phosphorsaures Kalium und Natriumchlorid. Als Kohlehydrat diente Kartoffel- und Weizenstärke als Fett Margarine und „Eigelböl" (die in Aether löslichen Bestandteile des Eigelbs). Er konnte mit diesen Nahrungsstoffen in verschiedenen Versuchsreihen Mäuse lange Zeit erhalten. Mit einem der Gemische lebten die Tiere 96 Tage lang; sie bekamen Junge, die länger als 94 Tage sich mit dem Futter erhielten. Ein anderes Gemisch, in dem ein Teil der Kartoffelstärke durch Weizenstärke ersetzt war, ertrugen die Mäuse fast 4 Monate lang, sie blieben auf ihrem Körpergewicht und erzeugten Junge; diese letzteren waren dauernd lebensfähig bei Zusatz von Malz zum Nahrungsgemisch, so dass es gelang, Mäuse, die bei künstlicher Ernährung erzeugt und geboren worden waren, bei weiterer künstlicher Ernährung wieder bis zur Geschlechtsreife aufzuziehen.

Röhmann schliesst mit vollem Recht aus seinen Versuchen, dass man durch dieselben dem Ziele, Tiere aus einem Gemische einfacher Nahrungsstoffe dauernd zu erhalten, wesentlich näher gelangt sei, wenn dasselbe auch noch nicht völlig erreicht worden ist.

Als Mängel seiner Versuche führt Röhmann an, dass die angewendeten Nahrungsstoffe nicht völlig rein waren; das Hühnereiweiss ist ein Gemenge verschiedener Eiweisskörper, welches auch gewisse Salze und andere Beimengungen in geringer Menge enthält, die Weizenstärke und besonders das Malz, das zudem ein zusammengesetztes Nahrungsmittel ist, enthalten stickstoffhaltige Substanzen in nicht zu vernachlässigenden Mengen, und die Margarine ist kein reines Fett. Wohl zu beachten erscheint auch der weitere Einwand, dass die Mäuse in einer grösseren Zahl von Fällen ihre eigenen Jungen frassen; es könnten dadurch Stoffe, die im künstlichen Futter nur in sehr geringen Mengen enthalten sind, im Organismus der mit ihnen ernährten Tiere angesammelt werden.

Nachdem meine Versuche mit Tauben vollendet waren, erschienen zwei Arbeiten von E. Abderhalden und P. Rona (24); in der einen wird dargetan, dass mit Kasein und Rohrzucker

gefütterte Mäuse so lange leben wie die Versuchstiere von Lunin (20—21 Tage); in der zweiten wurde ein Hund 14 Tage lang mit den Produkten der Pankreasverdauung des Kaseins unter Zusatz von Schmalz und Stärke gefüttert, wobei sein Gewicht zunahm und Stickstoff zum Ansatz gelangte. Aehnliches hatte schon O. Loewi (25) an einem Hunde gesehen, dem er während 19 Tagen die Pankreasverdauungsprodukte mit Fett und Stärke zuführte.

Hierher gehören noch die Versuche von V. Henriques und C. Hansen (23), bei denen weisse Ratten mit einem Gemische von Kasein, Fett und Zucker (auch Zellulose) und Salzen während 13 und 17 Tagen erhielten, wobei dieselben an Körpergewicht zunahmen und Stickstoff ansetzten. Das Gleiche war der Fall nach Fütterung mit verdautem Pankreas und Fett und Zucker während 20—24 Tagen, swie nach Fütterung mit den Monoaminosäuren und Fett und Zucker während 28 Tagen.

Endlich sind noch zu erwähnen die nach Abschluss meiner Arbeit veröffentlichten bemerkenswerten Resultate der Fütterungsversuche mit künstlicher Nahrung von W. Falta und C. F. Nöggerath (26). Zu denselben dienten ebenfalls weisse Ratten, welche mit sechs verschiedenen reinen Eiweisskörpern, Fett und Kohlehydraten und Salzen gefüttert wurden; in einer Versuchsreihe kamen noch nukleinsaures Natron, Cholesterin und Lecithin hinzu. Die Tiere nahmen zumeist die Nahrung gerne bis wenige Tage vor dem Tode auf; die Sektion ergab keine pathologischen Veränderungen, nur hochgradigen Schwund des Fettes. Mit keinem der Nahrungsgemische konnten die Ratten dauernd am Leben erhalten werden, während sie mit Milchpulver oder magerem Pferdefleisch sich 6 Monate lang gut nährten. Die mit Serumalbumin und Kasein gefütterten Tiere lebten 51—53 Tage, die Ovalbuminratten 83—94 Tage, und die mit kombinierter Nahrung gefütterten 71—94 Tage. Es war den beiden Autoren nicht möglich; den Grund zu finden, warum mit der künstlichen Nahrung gefütterte Ratten schliesslich zugrunde gingen. Sie konnten nicht entscheiden, ob in der Periode des Gewichtsabfalls die Tiere genügend Nahrung aufgenommen haben, und sie sagen schliesslich: „erst wenn der Einwand ungenügender Nahrungsaufnahme oder ungenügender Ausnutzung, für welche beiden Momente man vielleicht die Einförmigkeit der Kost und den Mangel an Gewürzen verantwortlich machen könnte, beseitigt ist, wären andere Gründe zu erörtern, wie z. B. der Mangel der nötigen chemischen Bausteine oder ein abweichendes chemisches Gefüge der eingeführten Nährstoffe".

Es haben also bis dahin die Versuche, Tiere mit reinen Nahrungsstoffen zu erhalten, zu widersprechenden, zum grössten Teile negativen Resultaten geführt, oder sie konnten nicht lange genug fortgesetzt werden, um die vorliegende Frage zu entscheiden. In der Mehrzahl der Fälle musste die Fütterung

wegen Verweigerung der Nahrung aufgegeben werden, oder die Tiere gingen zugrunde. Bei grösseren Tieren (Hunden, Lämmern und Ziegen) gelang es nicht, länger als 50—55 Tage die Ernährung durchzuführen. Kleine Tiere, Mäuse und Ratten, scheinen sich besser zu eignen, denn Röhmann vermochte Mäuse bis zu 96 Tagen mit fast reinen Nahrungsstoffen am Leben zu erhalten, Falta und Nöggerath Ratten bis zu 94 Tagen, also wesentlich länger als alle die früheren Beobachter. Man war zumeist der Meinung, dass das Futter entweder die erforderlichen Nahrungsstoffe nicht im richtigen Verhältnis enthalten habe oder unsere Kenntnisse von den zu einer Nahrung nötigen Stoffen noch nicht hinreichend seien.

II. Eigene Versuche.

1. Versuche mit Tauben.

Es wurden zuerst als Versuchstiere Tauben gewählt. Ich beschreibe die sechs Versuche an Tauben, obwohl sie trotz aller Bemühungen nicht zum Ziele führten, um zu zeigen, warum bei diesen Tieren die Versuche mit künstlicher Ernährung scheiterten, und um dadurch anderen, welche Tauben zu solchen Zwecken verwenden wollen, durch meine Erfahrungen zu nützen. Ich erwartete sicher, mit den Tauben zurechtzukommen, denn C. Voit[1]) hatte eine Taube 124 Tage lang zwangsweise mit Erbsen am Leben erhalten. Die Tiere sind leicht künstlich zu füttern, so dass eine gewisse Garantie gegeben ist, dass die Nahrungszufuhr keine Schwankungen erleide. Auch ist der tägliche Bedarf nicht sehr gross, was bei der Herstellung eines reinen Nahrungsgemisches immerhin in Betracht kommt. Eine Taube erhält sich bei Zimmertemperatur mit 5,0—5,3 g Weizen für 100 g Körpergewicht (nach Erwin Voit). Als Grundlage für die Zusammensetzung des Nahrungsgemisches nahm ich daher das Verhältnis, in welchem Eiweiss, Kohlehydrat, Fett und anorganische Bestandteile im trockenen Weizenkorn sich finden (Analyse nach König, chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel). Es war nur schwierig, diese Nahrungsstoffe in eine geeignete Form zu bringen. Sie stellten ein weisses, trockenes Pulver dar, das man als solches der Taube nicht eingeben konnte. Einen Zusatz von Gummi arabicum oder einem anderen Bindemittel wollte ich vermeiden. Auch erwies es sich nicht als zweckmässig, die Stärke zu verkleistern, die anderen Stoffe in diese Masse einzutragen und daraus Pillen zu formen. Denn diese Pillen wurden nach längerem Stehen trocken und rissig und hatten häufig scharfkantige Stellen, welche geeignet waren, die Mundschleimhaut oder die des Oesophagus zu verletzen. Ausser-

1) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. 2 S. 64

dem wäre auch das relativ grosse Volumen der einzelnen Tagesmenge ein Nachteil gewesen. Es schien am besten, die fein pulverisierte Masse durch starke Kompression in die Form von kleinen Tabletten zu bringen.[1]) Diese hatten einen Durchmesser von 0,4 cm, waren ca. 0,3 cm dick und wogen nicht ganz 0,1 g. Sie waren fest, so dass ihr Volumen nicht viel grösser war als das der entsprechenden Menge Weizenkörner. So war der Zusatz eines Bindemittels vermieden und auch in Form und Konsistenz möglichste Aehnlichkeit mit Weizenkörnern erreicht. Eine Verunreinigung der Nahrungsstoffe bei Herstellung der Tabletten war ausgeschlossen.

Die Tiere wurden in hinreichend grossen Drahtkäfigen in einem hellen geheizten Zimmer gehalten. Die Fütterung nahm ich ganz regelmässig morgens, mittags und abends vor Einbruch der Dunkelheit vor, in der Weise, dass ich vorsichtig den Schnabel des Tieres öffnete und ihm mit einem kleinen schmalen Löffel 3–4 Tabletten auf einmal eingab. Bei der ersten Fütterung zeigte sich, dass die Tabletten ihrer Trockenheit wegen nicht leicht geschluckt werden konnten. Ich wog daher täglich die nötige Zahl Tabletten ab, benetzte sie mit reinem Olivenöl und trocknete sie dann in Filtrierpapier ab. Sie erhielten so eine ganz glatte, leicht gleitende Oberfläche und konnten nun ohne Beschwerden geschluckt werden. Ein Gefäss mit reinem destilliertem Wasser stand stets im Käfig. Da alle Vögel die Gewohnheit haben, Sand oder Steine aufzunehmen, die das Zerreiben des Futters im Muskelmagen unterstützen, gab ich in das Wassergefäss eine genügende Menge reinen, geglühten, grobkörnigen Quarzsandes.

I. Versuch.

Die verwendeten Nahrungsstoffe waren folgende:

Eiweiss: Ich nahm als Eiweisskörper Kasein, dargestellt nach Hammersten (von Merck in Darmstadt), weil dieses der am leichtesten in grösserer Menge rein darzustellende oder zu beschaffende Eiweisskörper ist.

Kohlehydrate: Als Hauptrepräsentant derselben verwendete ich Hoffmanns Stärke; dieselbe ist freilich nicht ganz stickstofffrei, doch ist der Gehalt an Stickstoff gering. Er betrug nach mehrfacher Bestimmung (nach Kjeldahl) 0,09%. Der Aschegehalt der Stärke war 0,7%. Zucker wurde nur in kleiner Menge zugesetzt; ich benutzte reinen, kristallisierten Rohrzucker (von Merck bezogen). Er war ebenfalls nicht ganz stickstofffrei zu bekommen; die Bestimmung nach Kjeldahl ergab 0,04% Stickstoff.

1) Hergestellt bei Natterer, Fabrik pharmazeutischer Präparate, München.

Fett: Reines Schweinefett, das mehrere Male mit Petroläther ausgezogen war.

Mineralbestandteile: Sie wurden bei Versuch I—IV in Form der Milchasche, welche durch langsames Glühen getrockneter Milch dargestellt worden war, zugesetzt, da anzunehmen ist, dass diese alle für den Organismus nötigen Salze enthalte.

Dieselben waren in dem Nahrungsgemisch in folgendem Verhältnis vertreten:

	lufttrocken in %	trocken in g
Kasein	13,3	12,24
Stärke	80,0	71,65
Zucker	2,0	1,99
Fett	2,0	2,0
Milchasche	2,7	2,7

Diese Zahlen sind etwas abgerundet, entsprechen also nicht ganz genau denen des Weizens.

Die Taube I (Gewicht 314 g) erhielt täglich ca. 107 Tabletten = 10 g = 8,98 g Trockensubstanz (mit Olivenöl = 11 g). Diese Menge ist etwas geringer, als den oben angegebenen Durchschnittszahlen (5—5,5 g frischer Weizen = 4,33—4,72 trockener Weizen für 100 g Gewicht der Taube nach Erw. Voit) entspricht, weil dieses Futter trockenem Weizen entspricht und ausserdem die Möglichkeit der leichteren Ausnutzung der reinen Nahrungsstoffe in Betracht gezogen wurde, da das Gemisch derselben nicht wie der Weizen Zellulose enthielt. Während der ersten 12 Fütterungstage traten keinerlei Störungen auf; nur sträubte sich das Tier meist ziemlich stark bei der zwangsweisen Fütterung. Am 12. Tage begann die Taube zu erbrechen. Es wurde trotzdem die Fütterung fortgesetzt. Das Erbrechen wiederholte sich am nächsten und übernächsten Tage, obwohl ich die Nahrungsmenge für den Tag etwas verringerte und nicht dreimal, sondern fünfmal im Laufe des Tags fütterte. Am 16. Versuchstag erbrach die Taube nicht mehr. Sie sass apathisch mit stark gesenktem Kopf in ihrem Käfig. Am 17. Tag traten nach der Fütterung eigentümliche Bewegungen auf: das Tier beugte den Kopf ganz weit zurück und blieb lange in dieser Stellung. Schliesslich konnte es sich nicht mehr aufrechthalten und fiel mit extrem zurückgebogenem Kopf zu Boden. Da eine Fortsetzung des Versuches an diesem Tiere aussichtslos war, wurde es mit Chloroform getötet.

Bei der Sektion zeigte sich der Kropf ad maximum gefüllt mit der weissen, aufgeweichten Masse der Nahrung, ebenso der Oesophagus. Gasblasen, die auf Gärung hindeuteten, waren in der Masse nicht sichtbar. Auch war kein saurer Geruch wahrzunehmen. Leider wurde die Prüfung der Reaktion mit Lackmus-

papier versäumt; doch war sicher keine ausgesprochene Gärung vorhanden. Im Magen fanden sich reichlich Kieselsteine und etwas gallig gefärbter Inhalt. Der Dünndarm zeigte eine geringe Menge flüssigen Inhalts. An den übrigen Organen waren keine auffallenden Veränderungen zu bemerken.

Bei Beginn des Versuches wog die Taube 314 g. In der ersten Woche nahm das Gewicht um 11 g zu, in der zweiten Woche verminderte es sich um 21 g. In der ersten Woche war die Verwertung der Nahrungsstoffe augenscheinlich sehr gut; der Kot war weniger fest als bei Weizenfütterung; am 6. Tag trat leichte Diarrhöe auf, die aber auch im weitern Verlauf des Versuches nie wesentlich stärker wurde. Stärke und Zucker waren im Kot nicht nachzuweisen.

Der erste Versuch war also daran gescheitert, dass die Taube die aufgenommene Nahrung in den oberen Teilen des Verdauungsschlauches nicht verarbeiten konnte, so dass eine Stauung im Kropf entstand, die schliesslich so hochgradig wurde, dass das Tier zugrunde ging.

Es lag der Gedanke nahe, dass die grosse Menge der Stärke, welche 80% des Nahrungsgemisches ausmachte, die Ursache dieser Stauung sein könnte. Ich änderte daher beim 2. Versuch die Zusammensetzung des Nahrungsgemisches in diesem Sinne.

II. Versuch.

Ich ersetzte hier und ebenso in den Versuchen III und IV einen grössern Teil der Stärke (63%) durch den leichter resorbierbaren Zucker, der in dem ersten Gemisch nur in ganz geringer Menge als Geschmackscorrigens enthalten war, da ich annahm, dass vielleicht die absolute Menge der Stärke im Gemische zu gross war. Auch der Gehalt an anorganischen Bestandteilen wurde etwas erhöht. Die Zusammensetzung war dann folgende:

	lufttrocken in %	trocken in g
Kasein	16	14,73
Stärke	49	43,44
Zucker	29	28,82
Fett	2	2
Milchasche	4	4

Dazu kam täglich ca. 1 g Olivenöl. Im übrigen war dieses Futter genau wie das des ersten Versuchs hergestellt; auch sonst waren die Verhältnisse dieselben.

Taube II (Gewicht 334 g.) erhielt täglich 16 g = 14,72 g trocken. Es traten keine Störungen oder Krankheitssymptome auf bis zum 10. Tag. Freilich sträubte sich auch dieses Tier, wie das erste, jedesmal energisch bei der Fütterung. Am 10. Tage erbrach die Taube den grösseren Teil des tags vorher aufgenommenen Futters. Es wurde daher die tägliche Ration verringert

(um 3 g, später um 5 g); trotzdem dauerte das Erbrechen auch während der folgenden 5 Fütterungstage fort. Am 16. Tage war sie nicht mehr imstande, das Futter zu erbrechen, konnte sich nicht mehr aufrechthalten und zeigte genau dasselbe Verhalten wie die erste Taube. Am 17. Versuchstag wurde sie getötet.

Die Sektion ergab hier ebenso wie im ersten Fall eine extreme Erweiterung und Füllung von Oesphagus und Kropf. Der Speisebrei reagierte stark sauer und war ganz mit kleinen Gasblasen durchsetzt. Ein Geruch nach Fettsäuren war nicht wahrzunehmen. Im Muskelmagen war wenig sauer reagierender Inhalt, im Darm etwas mehr flüssiger Inhalt von neutraler Reaktion. Es waren keine deutlichen Zeichen einer stärkeren Abmagerung zu erkennen, auch die übrigen Organe zeigten nichts Besonderes.

Das Gewicht der Taube II hatte zu Anfang des Versuchs 334 g betragen, war dann in der ersten Woche auf 351 g gestiegen, in der zweiten Woche rapid gesunken, um 61 g auf 290 g.

Sonst waren die Erscheinungen genau wie die im ersten Versuche; es traten keine starken Diarrhöen auf. Bestandteile des Futters waren im Kot nicht nachzuweisen.

Der Ersatz der Stärke durch Zucker hatte also zu keinem besseren Resultat geführt; die Stauung im Kropf konnte auf diese Weise nicht vermieden werden. Da im Versuch II wesentlich weniger Stärke gegeben wurde und doch das Resultat das gleiche blieb wie im Versuch I mit viel mehr Stärke, so konnte im Versuch II eine zu grosse Menge der Stärke an und für sich jedenfalls nicht die einzige Ursache dafür sein; es war zu erwägen, welche andere Eigenschaft des Futters mit dafür verantwortlich zu machen war.

Tauben sind Körnerfresser. Ihr Kropf dient dazu, die Körner aufzuweichen, für die Verdauung vorzubereiten, nicht aber selbst zu verdauen. Die stark saure Reaktion des Inhaltes von Kropf und Oesophagus bei dieser zweiten Taube und das Auftreten der Gasblasen in diesem Inhalt führte zu der Frage, ob hier nicht Gärungsvorgänge sich abspielten, die eine Erkrankung des Kropfes zu Folge hatten, durch welche dann die Stauung bedingt war. Bei Fütterung mit Weizen ist der Inhalt des Kropfes nur schwach sauer. Den Tabletten fehlte offenbar die schützende Zellulosehülle der Weizenkörner, die es im Kropf nur zu einer Erweichung des Futters kommen lässt, während ohne diese Hülle eine Quellung der Stärke zu einer klebrigen, in Gärung übergehenden Masse entsteht, die aus dem Kropf nicht weiter befördert werden kann, und die Stauung hervorruft. Diesem Mangel sollte im folgenden Versuch abgeholfen werden.

III. Versuch.

Da die Grösse der Tabletten nicht wesentlich überschritten werden durfte, war es nicht möglich, Kapseln herzustellen und diese dann mit den Nahrungsstoffen zu füllen. Es musste vielmehr der Ausweg eingeschlagen werden, die fertigen Tabletten mit einer Umhüllung zu versehen. Am besten schien dazu Keratin geeignet, das leicht rein zu bekommen ist. Die Tabletten wurden in einer rotierenden Trommel mit dem flüssigen Keratin übergossen, dann auf Filtrierpapier getrocknet. Es war schwierig, auf diese Weise eine ganz intakte Hülle zu bekommen, weil ein Teil der Flüssigkeit in die Tabletten eindrang und sie zum Quellen brachte, so dass die fertige Hülle wieder gesprengt wurde. Man musste die geeignete Konsistenz der flüssigen Keratinmasse sorgfältig ausprobieren und dann von den fertigen Tabletten die mit gesprungener Keratinhülle ausscheiden. Ein weiterer Nachteil ist, wie sich bei der Fütterung zeigte, der, dass die Hülle nicht überall gleichmässig war, sondern öfter scharfe Kanten hatte, durch welche die Mund- und Oesophagus-Schleimhaut leicht verletzt werden konnte. Die Zusammensetzung des Nahrungsgemisches war genau dieselbe wie bei dem zweiten Versuch. Das Benetzen mit Olivenöl war bei diesen Tabletten nicht nötig; die dadurch ausfallende Nahrungsmenge (täglich 1 g Oel = 9000 Kalorien) wurde durch Erhöhung der Zahl der Tabletten ersetzt. Für 15 g der Tabletten waren ca. 2 g Keratin nötig.

Taube III (Gewicht 373 g) erhielt täglich 13 g lufttrockene = 10,37 trockene Tabletten = 132 Stück. Am zweiten Versuchstag trat Diarrhöe auf; das Tier sträubte sich beim Füttern energisch. Nach 5 Tagen zeigte es ein verändertes Benehmen; es sass mit weit vorgebeugtem Körper auf seiner Stange und atmete angestrengt. Am 7. Tag trat beim Füttern Blut aus dem Schnabel. Da sich die Taube nicht wieder erholte, musste sie am 9. Tag getötet werden.

Die Sektion ergab, dass Kropf und Oesophagus abermals stark gefüllt, ihre Blutgefässe erweitert waren. Der Inhalt war fast ganz flüssig, durch das Keratin braun gefärbt, schwach sauer reagierend und geruchlos. Ein kleiner Teil des Futters war nicht ganz aufgelöst, sondern stellte eine schleimige Masse dar. In der Trachea fand sich ebenfalls von dieser Flüssigkeit, der Magen enthielt nur wenig. Auch der Inhalt des Darmes war flüssig, schwach sauer, in den unteren Abschnitten schwarz gefärbt.

Dieser Versuch hatte also ein über Erwarten schlechtes Ergebnis. Es war nicht einmal gelungen, die Taube so lange zu erhalten wie die beiden ersten. Die Keratinhülle war nicht imstande, die Tabletten vor völliger Erweichung zu schützen: ja

sie scheint, nach Erweichung des Inhalts, die Verhältnisse im Kropf noch ungünstiger zu gestalten. Jedenfalls trug auch die zuletzt eingetretene Aspiration des flüssigen Kropfinhaltes in die Trachea dazu bei, den Tod des Tieres zu beschleunigen. Es zeigte aber auch dieser Versuch deutlich, dass das künstliche Nahrungsgemisch zu längerer Erhaltung des Tieres ungeeignet war. —

Es waren nun nach der bereits vorgenommenen Aenderung in der Zusammensetzung des Gemisches noch verschiedene Modifikationen möglich; vor allem lag es nahe, statt des Kaseins einen anderen Eiweisskörper zu nehmen und die Milchasche durch eine Mischung anorganischer Salze zu ersetzen, welche der Zusammensetzung der Weizenasche möglichst entsprach, was bei jener nicht der Fall war.

Diese beiden Aenderungen wurden in den folgenden, gleichzeitig durchgeführten Versuchen (IV und V) vorgenommen.

IV. Versuch.

Das Kasein wurde hier durch trockenes Muskelfleisch ersetzt, das allerdings kein einheitlicher Nahrungsstoff, sondern ein zusammengesetztes Nahrungsmittel ist; es sollte nämlich dadurch geprüft werden, ob es überhaupt möglich ist, die Taube zwangsweise mit einem trockenen Gemische der Nahrungsstoffe in der Form von Tabletten zu erhalten.

Fleisch vom Rind wurde sorgfältig vom Bindegewebe und Fett befreit, auf dem Wasserbade getrocknet und dann fein pulverisiert. Dieses Fleischpulver enthielt eine nur sehr geringe Menge Fett (0,6%). Im übrigen behielt ich die Zusammensetzung des vorigen Nahrungsgemisches bei:

	lufttrocken in %	trocken in g
Fleischpulver	18	18,0
Stärke	49	43,44
Zucker	27,5	27,30
Olivenöl	1,3	1,3
Milchasche	4,2	4,2

Der Zusatz von Fett war, der im Fleischpulver schon enthaltenen kleinen Menge entsprechend, geringer. Die Tabletten wurden genau wie in den vorhergehenden Versuchen hergestellt, vor dem Füttern wieder mit reinem Olivenöl benetzt.

Ich wollte der Taube bei diesem Versuch nicht Tag für Tag den ganzen Bedarf zwangsweise eingeben, sondern ich suchte sie allmählich an die Nahrung zu gewöhnen und variierte die Menge derselben, je nachdem das Tier der Fütterung stärkeren Widerstand entgegensetzte oder sich gerne füttern liess.

Die Taube IV hatte bei Beginn des Versuchs ein Gewicht von 530 g; ihr täglicher Bedarf betrug ca. 19 g = 17—18 g trocken = 210 Tabletten.

Ich fütterte am 1. Tage 78 Tabletten; am 2. und 3. Tag trat beim Füttern leichte Blutung aus dem Schnabel auf, weil die Taube sich am scharfen Rand einer Tablette verletzt hatte. Vom 4. Tage an steigerte ich die Zahl der Tabletten allmählich, bis am 11. Tag die dem Anfangsgewicht der Taube entsprechende Zahl erreicht war. Diese, dem normalen Bedarf entsprechende Menge des Futters konnte das Tier aber nicht lange ertragen. Schon am 13. Tag war der Widerstand beim Füttern so gross, dass ich auf 165 Tabletten (78.5 %), am 14. Tag auf 60 Tabletten (28.5 % des Bedarfes) zurückgehen musste. Dann konnte ich die Nahrungsmenge allmählich wieder steigern, bis ich am 23. Tag wieder die normale Höhe erreichte, ebenso am 25. Tag. Aber schon am folgenden Tag musste ich wieder auf 75 Tabletten (35.7 %) zurückgehen, dann trat Erbrechen ein, so dass ich einen Tag lang die Fütterung vollständig aussetzen musste. Während der zwei folgenden Wochen gelang es nochmals, die Nahrungsmenge bis zu 76 % des Bedarfes zu steigern. Es trat aber dann abermals Erbrechen ein, das Tier wurde zusehends schwächer, konnte sich schliesslich nicht mehr aufrechthalten und musste am 42. Tage getötet werden. In den letzten Wochen was sein Aussehen schlecht und struppig geworden, es sass stumpf und apathisch in seinem Käfig. Die Erscheinungen der letzten Tage entsprachen genau den bei Taube III beobachteten.

Während des ganzen Versuches hatte das Gewicht des Tieres sehr beträchtlich abgenommen. Es war mit Schwankungen in den einzelnen Wochen von 530 g auf 409 g gesunken, also um 121 g = 22,8 % des Anfangsgewichtes. Die Schwankungen in der Gewichtsabnahme und ihr Verhältnis zu der Menge der zugeführten Nahrung zeigt folgende Zusammenstellung:

	Nahrungszufuhr in % des normalen Bedarfes	Gewichtsabnahme in g
1. Woche	48	59
2. Woche	77	3
3. Woche	57	26
4. Woche	61	9
5. Woche	34	24

Der Vergleich dieser beiden Zahlenreihen ergibt, dass die Gewichtsabnahme, abgesehen von der ersten Woche, in der sie am grössten war, ungefähr der Nahrungszufuhr parallel ging. Es geht daraus hervor, dass die Ausnutzung und Verwertung der Nahrung keine schlechte war, wofür auch die Tatsache spricht, dass im Kot der Taube nie Bestandteile der Nahrung nachzuweisen waren. Bei der Sektion fand sich der Kropf und der Oesophagus mit flüssigem Inhalt gefüllt, der stark sauer reagierte mehr als bei den andern Tauben, und einen sauren Geruch wahr-

nehmen liess. Er zeigte auch zahlreiche Gasbläschen, die überall die Flüssigkeit durchsetzten. Ein Teil des flüssigen Inhaltes hatte sich vom Kropf in die Trachea ergossen, die platt gedrückt war. Der Muskelmagen enthielt sauer reagierende Nahrungsreste und viele Steine. Der Inhalt des Darms war neutral, das Tier war bedeutend abgemagert. Es war aber doch gelungen das Tier 42 Tage, also wesentlich länger wie die drei ersten Tiere, am Leben zu erhalten. Ob dieses bessere Resultat dem Zusatz von Muskelfleisch, das als zusammengesetztes Nahrungsmittel ausser dem Eiweiss noch andere Stoffe, z. B. die gutschmeckenden Extraktivstoffe enthält, zuzuschreiben ist oder dem Umstand, dass die Fütterung vorsichtiger erfolgte und das Tier kräftiger war als seine Vorgänger, soll später erörtert werden. Der schliessliche Ausgang war jedoch derselbe wie bei den vorhergehenden Versuchen.

V. Versuch.

Das Kasein wurde bei diesem Versuch als Eiweisskörper beibehalten, seine Menge auf Kosten der Kohlehydrate um 4 % (gegenüber dem Nahrungsgemisch II und III) erhöht. Da es möglich schien, dass die im 2., 3. und 4. Versuch schon zugunsten des Zuckers verminderte Stärkemenge immer noch zu gross war, setzte ich sie noch mehr herab und erhöhte entsprechend den Gehalt des Gemisches an Zucker. Als anorganische Bestandteile verwendete ich diesmal nicht die Milchasche, sondern eine Mischung von Salzen, in der die Bestandteile der Weizenasche in ungefähr dieser entsprechendem Verhältnis vertreten waren. Die Zusammensetzung war in Prozenten folgende:

Natriumchlorid	0,67
Eisenchlorid	1,16
Phosphorsaures Kalium	50,76
„ Natrium	15,85
„ Kalzium	5,24
„ Magnesium . . .	24,54
Kieselsäure	1,78
	100,00

Ausserdem setzte ich hier dem Futter Zellulose zu, die ja auch im Weizenkorn in gewisser Menge enthalten ist. Bunge (20) spricht der Zellulose grosse Bedeutung für die Verdauung zu: „Als Nahrungsstoff kommt die Zellulose für den Menschen kaum in Betracht. Dagegen hat sie eine andere wichtige Bedeutung: sie wirkt als mechanischer Reiz zur Förderung der Darmperistaltik. Bei Tieren mit langem Darm ist die Zellulose aus diesem Grunde ganz unentbehrlich". Auch Henriques und Hansen erachteten die Zellulose von grosser Bedeutung für die feste Konsistens des Kotes. Es sollte daher geprüft werden, ob der Zusatz von

Zellulose zu dem Gemisch der reinen Nahrungsstoffe dem Uebel abhilft; es wurden 2% Zellulose, entsprechend der Menge im enthülsten Weizenkorn, beigemischt.

Es war nur schwierig, die Zellulose in geeigneter Form zu erhalten. Als grobe Fasern konnte man sie dem trockenen Pulver der Nahrungsstoffe nicht beifügen, weil es dann unmöglich war, aus dieser Mischung Tabletten herzustellen. Ich verfuhr in folgender Weise.

Ungefähr 10 g aschefreien Filtrierpapieres (von Schleicher und Schüll), das eine fast ganz reine Zellulose darstellt, wurden fein zerschnitten und in destilliertem Wasser zu einem Brei aufgeweicht. Dann wurde das Wasser abgegossen, die zurückbleibende Masse ausgedrückt und schliesslich in der hydraulischen Presse ausgepresst, dann getrocknet. Ich erhielt so eine ganz harte, kompakte Masse. Diese zerrieb ich auf einem Reibeisen zu ganz feinen Fasern, die einen lockeren, feinen Filz bildeten. Die so hergestellte Zellulose mischte ich in einer grossen Flasche mit weitem Hals den übrigen Bestandteilen des Futters durch längeres Schütteln bei und siebte die ganze Masse so lange durch ein Haarsieb, bis die Zellulose in feinsten Fäserchen gleichmässig in dem weissen Pulver der übrigen Nahrungsstoffe verteilt war. Aus dieser trocknen Masse konnten, wie in den vorhergehenden Versuchen, die Tabletten hergestellt werden.

Das zu diesem Versuch verwendete Nahrungsgemisch hatte also folgende Zusammensetzung:

	lufttrocken in %	trocken in g
Kasein	20	18,41
Stärke	25	22,39
Zucker	47	46,67
Olivenöl	2	2
Salze	4	4
Zellulose	2	2

Dazu kam täglich ca. 1 g Olivenöl.

Taube V wog 328 g, ihr täglicher Bedarf betrug ca. 11 g — 10,5 g trocken = 122 Tabletten. Am Anfang liess sich die Taube ohne Widerstand füttern, so dass ich sogar ihre tägliche Ration überschreiten konnte. Sie erhielt in der ersten Woche im Durchschnitt täglich 132 Tabletten (108% des Bedarfs). Am Anfang der 2. Woche jedoch trat Erbrechen auf, so dass ich die tägliche Nahrungsmenge beträchtlich reduzieren musste. Sie betrug in dieser 2. Woche im Durchschnitt nur 47,5% des Bedarfs. Trotzdem erbrach die Taube wieder mehrere Male einen Teil der ihr eingegebenen Nahrung. Ich suchte nun das Erbrechen dadurch zu bekämpfen, das ich das Tier öfter aber mit kleinen Nahrungsmengen fütterte. Es erhielt so in der Zeit von 8 Uhr

morgens bis 5 Uhr oder 6 Uhr abends 5—7—10 mal je 5—8 Tabletten, also jedesmal eine sehr kleine Menge. Diese Art der Fütterung führte ich 2 Wochen lang durch. Aber auch so gelang es nicht, das Erbrechen hintanzuhalten. Jedesmal, wenn die Menge des Futters eine bestimmte Höhe erreichte, trat Erbrechen ein. Es war nicht möglich, dem Tier dauernd auch nur 70% seines Bedarfes an reinen Nahrungsstoffen zuzuführen.

Auch bei diesem Versuch war Stärke und Zucker im Kot nicht nachzuweisen. Verdünnte man den Kot mit Wasser, so trat die Zellulose in Form langer, grober Fäden zutage.

Das Verhalten der Taube war also ebenso wie in den andern Versuchen. Es war ein günstiger Einfluss der Zellulose nicht zu bemerken; die Taube IV, welche keine Zellulose erhalten hatte, ertrug die Fütterung zwei Wochen länger als die Taube V mit Zellulose; bei den Tauben I—IV, deren Futter keine Zellulose enthielt, waren keine Zeichen von Darmverschlingung zu beobachten. In der 3. Woche wurde sie zusehends stumpfer und teilnahmsloser. Nach 4 Wochen musste der Versuch aus äusseren Gründen abgeschlossen werden. Das Tier war sehr matt und hinfällig; dies änderte sich aber rasch, als es wieder Weizen als Futter erhielt. Schon nach 2 Tagen war es wieder munter wie am Anfang, und nach 8 Tagen Weizenfütterung hatte es bereits 44 g an Gewicht zugenommen. Nahrungsaufnahme und Gewichtsabnahme sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

	Zugeführte Nahrungsmenge in % des Bedarfes	Gewichtsabnahme in g	
1. Woche	108	37	
2. „	47,5	33	
3. „	47	20	(öftere Fütterung)
4. „	47.5	25	„ „

Im ganzen betrug die Gewichtsabnahme 115 g = 35% des Anfangsgewichtes.

Man könnte daran denken, ob nicht ein Teil des besseren Erfolges von Versuch V gegenüber den Versuchen I—III der Verwendung des Salzgemisches zuzuschreiben ist. Doch kann dieser Einfluss nicht von wesentlicher Bedeutung sein, sonst hätte die Taube V die Fütterung länger ertragen müssen, wenigstens so lange wie die Taube IV, welche Milchasche erhielt; es liegt näher, den Unterschied auf die vorsichtigere und zweckmässigere Fütterung in Versuch V zurückzuführen.

Ich möchte hier noch auf einen Punkt eingehen, den ich schon vorher (S. 3) kurz erwähnt habe; J. Forster (14) führte den Tod seiner Tauben auf den Salzmangel infolge der aschearmen Nahrung zurück. Er hatte aber keinen Kontrollversuch angeschlossen, d. h. er hatte keine seiner Tauben mit reinen

Nahrungsstoffen und den nötigen Salzen gefüttert. Dieser Kontrollversuch ist nun in meinen Versuchen, insbesondere in dem Versuch mit der Taube V, gegeben und er zeigt, dass es auch bei Zusatz der Salze nicht möglich war, eine Taube länger als 4 Wochen zu erhalten. Es kann also der Ausgang von Forsters Versuchen nicht durch den Salzmangel allein erklärt werden: die Erscheinungen, unter denen seine Tauben ohne Salz zugrunde gingen, waren genau die gleichen wie bei den meinen mit Salz.

Ehe ich auf das Resultat der beiden letzten Versuche (IV und V) eingehe, will ich noch einen Kontrollversuch beschreiben, der zur Klarlegung einiger Punkte dienen sollte. Es war die Frage: Ist es überhaupt möglich, eine Taube unter den gleichen Bedingungen, wie sie bei Versuch I—V gegeben waren, längere Zeit zu erhalten, d. h. bei zwangsweiser Fütterung mit einem Futter, dessen Konsistenz von der des Weizens verschieden ist. Konnte nicht schon der Unterschied in der Konsistenz der Nahrung und der Umstand, dass ein Tier, das gewöhnt ist, nach Belieben den ganzen Tag über zu fressen, nun gezwungen wurde, seinen ganzen Nahrungsbedarf bei 3maliger Fütterung aufzunehmen, jene Störungen erklären?

VI. Kontrollversuch.

600 g Weizen wurden zu einem feinen Pulver zermahlen. Da es wegen des Gehaltes an Kleber nicht möglich war, aus diesem Weizenmehl Tabletten herzustellen, knetete ich daraus unter Zusatz von etwas destilliertem Wasser einen Teig und formte aus diesem Pillen. Damit das Futter nicht zu trocken wurde, stellte ich es immer nur für wenige Tage her und bewahrte es feucht auf. Ich hatte also damit ein Futter, das genau dem Weizen entsprach, nur fehlte die feste Konsistenz des Weizenkorns.

Eine Taube von 357 g, die in einem ganz gleichartigen Käfig wie die übrigen gehalten wurde, erhielt täglich morgens, mittags und nachmittags von diesem Futter. In den ersten Tagen sträubte sie sich energisch gegen die zwangsweise Fütterung, weshalb ich mit einer geringeren Tagesmenge begann, die ich allmählich steigerte, bis die tägliche Ration von 18 g erreicht war. Doch blieb der Widerstand während der ganzen Versuchsdauer ziemlich heftig. Nach der 2. Woche erhöhte ich die Nahrungsmenge auf 22 g pro Tag. Von Beginn der 4. Woche an fütterte ich aber nicht mehr 3mal während eines Tages, sondern gab der Taube die ganze Tagesmenge bei nur einer Fütterung morgens (eine Woche hindurch).

Während der ganzen Versuchsdauer, d. h. während 30 Tagen traten keinerlei Störungen auf. Das Tier zeigte keine Veränderung im Verhalten oder Aussehen, bekam weder Diarrhöe noch Erbrechen. Nach 30 Tagen wurde der Versuch abgebrochen.

Das Gewicht war in der 1. Woche um 44 g gesunken, hielt sich dann aber mit geringen Schwankungen auf seiner Höhe.

Gewicht der Kontrolltaube:

Beginn des Versuchs	357 g
Ende der 1. Woche	313 „
„ „ 2. „	312 „
„ „ 3. „	314 „
„ „ 4. „	311 „

Nachdem der Versuch abgeschlossen war und die Taube wieder nach Belieben Weizen fressen konnte, stieg nach 5 Tagen ihr Gewicht auf 356 g.

Die Ergebnisse der Versuche I—VI sind kurz zusammengefasst, folgende:

Die nicht wesentlichen Verschiedenheiten, die im Verlauf der Versuche I—V zutage traten, sind wohl grösstenteils individuellen Verschiedenheiten der Tiere und auch dem Umstande zuzuschreiben, dass in den Versuchen IV und V die Erfahrungen der vorhergehenden Versuche zugute kamen. Darum war der Zeitpunkt, zu dem die Stauung im Kropfe begann, bei den Tieren verschieden. Bei der Taube IV trat erst am 26. Tage zum ersten Male Erbrechen ein; auch ertrug sie eine viel grössere Menge des Futters als Taube V; jene vermochte im Durchschnitt während 4 Wochen 130 Tabletten täglich aufzunehmen, die letztere nur 80. Solche Verschiedenheiten in der Individualität der Tiere mögen vielleicht auch die verschiedenen Resultate bei den beschriebenen Versuchen von Steinitz u. a. bedingt haben.

Es gelang in zwei Fällen (Versuch I und II), Tauben mit einer Mischung der einfachen reinen Nahrungsstoffe (Kasein, Stärke, Zucker, Fett und Milchasche) 17 Tage lang zu erhalten, in einem anderen Fall nur 9 Tage (Versuch III). In einem weiteren Versuch (Versuch V), bei dem das Gemisch aus Kasein, Stärke, Zucker, Fett, künstlicher Salzmischung und Zellulose bestand, konnte die Fütterung vier Wochen lang durchgeführt werden. Nach Ersatz des Kaseins durch ein zusammengesetztes Nahrungsmittel, durch Muskelfleisch (Versuch IV) ertrug eine Taube die Fütterung 42 Tage lang; hier waren auch schmeckende Substanzen in dem Nahrungsgemisch enthalten. Jedoch war es in allen diesen vier Fällen nicht möglich, auf die Dauer täglich den Tieren die ganze Menge ihres Bedarfs zuzuführen, so dass eine Abnahme ihres Gewichtes nicht verhindert werden konnte. Ein besseres Ertragen der reinen Nahrungsstoffe durch langsame Gewöhnung war nicht zu erreichen.

Der Kontrollversuch (Versuch VI) bewies, dass man eine Taube bei zwangsweiser Fütterung mit einem Teig aus pulverisiertem Weizen ohne Störung 30 Tage lang nahezu auf ihrem

Gewicht erhalten kann. Es war dabei ohne Einfluss, ob man die tägliche Futtermenge auf dreimal im Tag verteilte, oder ob man alles auf einmal des Morgens gab. Die Konsistenz dieses Futters war anders als beim Weizenkorn, die geschlossene, einheitliche Zellulosehülle war beseitigt.

Woran liegt es nun, dass die Tauben die Fütterung mit den reinen Nahrungsstoffen (in den Versuchen I, II, III u. V) auf die Dauer nicht ertrugen? Es können verschiedene Faktoren in Betracht kommen: die physikalische Beschaffenheit (Konsistenz) des Futters, seine chemische Zusammensetzung und schliesslich das psychische Moment der zwangsweisen Zuführung des Futters und der Mangel an Genussmitteln.

Wenn man eine normale Taube zwangsweise mit Weizenkörnern füttert, sie nach 1½ -2 Stunden tötet und den Kropf untersucht, so findet man die ganze Menge des zugeführten Futters noch in demselben und zwar fast unverändert. Die Körner sind noch fest und hart, nur an der Oberfläche etwas angefeuchtet, im Innern aber ganz trocken und unverändert. Tötet man das Tier, 10 Stunden nachdem man ihm soviel Weizen eingegeben hat, als es ohne heftiges Sträuben ertrug, so findet man ebenfalls noch einen grossen Teil des Futters im Kropf. Die Körner sind dann nicht mehr hart und trocken, sondern vollkommen durchfeuchtet und etwas gequollen. Sie behalten aber ihre Form bei, es ist jedes einzelne Korn deutlich zu unterscheiden, es ensteht keine völlig aufgeweichte, breiartige Masse. Sind die Körner auf diese Weise vorbereitet, so gelangen sie nacheinander in den Vormagen, der bekanntlich den sauren Magensaft absondert, und dann in den dicken Muskelmagen. Hier erst werden sie mit Hilfe von kleinen Steinen, die man immer im Muskelmagen findet, zerrieben, um dann im Dünndarm zu einer breiartigen, fast flüssigen Masse verwandelt zu werden. Auch wenn man ein Tier von selbst fressen lässt, ihm zu bestimmter Zeit die Weizenkörner wegnimmt und es dann nach ca. 10 Stunden tötet, ist der Befund derselbe: ein beträchtlicher Teil der Köner noch im Kropf in dem oben beschriebenen Zustand, einige (5—8 ca.) im Vormagen, der Muskelmagen mit einer ziemlich trockenen, zerriebenen Masse und mit Steinen gefüllt, im Dünndarm ein flüssiger Brei. Die Reaktion des Kropfinhalts war in all diesen Fällen schwach sauer, die des Vormagens und Muskelmagens stark sauer. In einem Fall liess die Prüfung mit Kongopapier bei Vormagen und Muskelmagen schwach blaue Verfärbung erkennen. Der Kropf stellt also ein Reservoir dar, in dem die Körner zur Verdauung vorbereitet, d. h. mit einem Sekret durchfeuchtet werden. Eine weitere Einwirkung auf die

Körner erfolgt nicht; sie behalten vollkommen ihre Form bei und ebenso ihre derbe Zellulosehülle. Sie werden nur durch die Quellung etwas grösser.

Anders ist es nun aber bei der Fütterung mit den Tabletten aus den reinen Nahrungsstoffen. Die Tabletten werden im Kropf in kurzer Zeit aufgeweicht und bilden dann eine kompakte, breiartige klebrige Masse. Diese bleibt im Kropf liegen, denn es gelingt dem Organismus nicht, sie allmählich in kleinen Mengen dem Vormagen und Muskelmagen zuzuführen, wenigstens gelingt es nicht auf die Dauer. Schon nach kurzer Zeit (höchstens 10 Tagen) ist der Kropf der Arbeit nicht mehr gewachsen, es beginnt eine Ueberfüllung und Stauung, und schiesslich wird alles neue Futter sofort wieder erbrochen. Die im Kropfe liegende schwere Masse stellt einen beständigen Reiz dar und führt schliesslich zu Entzündungserscheinungen, die den Zustand noch verschlimmern.

Dieser Auffassung der Erscheinungen widerspricht auch nicht der Ausfall des Kontrollversuches (Versuch VI). Hier wurden zwar auch keine festen Weizenkörner, mit denen sich die Tauben dauernd erhalten, sondern ein Teig aus fein zermahlenem Weizenpulver gefüttert. Aber doch war die physikalische Beschaffenheit dieses Futters, mit dem sich die Taube während 30 Tagen auf dem Gewicht erhielt, anders als die der Tabletten. Die Tabletten waren aus einem trockenen Pulver durch starkes Pressen hergestellt, konnten aber leicht durch Druck oder Zerreiben wieder in ein trockenes Pulver oder durch Anfeuchten in eine kompakte breiartige Masse verwandelt werden. Dies war bei dem Teig aus Weizenmehl nicht in dem Masse der Fall, denn hier war die fein verteilte Zellulose und insbesondere der zähe Kleber in nicht nachzuahmender Weise den übrigen Bestandteilen ganz innig, man könnte sagen „organisch" beigemischt. Und dadurch wurde verhindert, dass, wie bei den Tabletten, ein schwerer, homogener im Kropf zurückbleibender Brei entstand.

Es bestand also ein wesentlicher Unterschied in der physikalischen Beschaffenheit des künstlichen und des natürlichen Futters und es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass diesem Umstand vor allem das Misslingen der Versuche bei den Tauben zuzuschreiben ist.

Als ein weiterer Faktor für die Beurteilung der Versuchsergebnisse muss die chemische Zuzammensetzung des künstlichen Futters in Betracht gezogen werden.

Man könnte hier zunächst an die Art des Eiweisses denken. Die Taube in Versuch IV bekam nämlich statt des Nahrungsstoffes Kasein Fleischpulver, d. i. ein zusammengesetztes Nahrungsmittel; sie war also nicht auf das Kasein als einzigen Eiweissstoff ange-

wiesen, sondern erhielt die verschiedenen Eiweisskörper des Muskelfleisches und dazu die schmeckenden Extraktivstoffe desselben. Auffallend ist nun, dass diese Taube die Fütterung sechs Wochen lang ertrug, also eine im Verhältnis zu den Versuchen I, II, III und V wesentlich längere Zeit. Ob in der Nahrung der höheren Tiere stets mehrere Eiweisskörper vorhanden sein müssen, d. h. ob die Eiweisskörper nicht gleichwertig sind, oder ob ein Organismus sich mit nur einem Eiweisskörper und den übrigen Nahrungsstoffen dauernd erhalten kann, darüber liegen noch keine entscheidenden Versuche vor. C. Voit sagt darüber Physiologie des allgem. Stoffwechsels u. der Ernährung S. 104: „Die verschiedenen Modifikationen des Eiweisses haben höchst wahrscheinlich sämtlich ganz die gleiche Wirkung auf den Stoffumsatz, jedoch liegen hierüber noch keine genauen Untersuchungen vor." Die interessanten Versuche einiger Autoren über den Nährwert phosphorhaltiger und phosphorfreier Eiweisskörper haben allerdings einen Unterschied dieser Eiweissstoffe hervortreten lassen. In den Versuchen von Steinitz (21) zeigte sich beim Hund ein Unterschied im Verhalten der Eiweissstoffe insofern, als bei Fütterung mit Kasein und Vitellin, welche Phosphor in organischer Bindung enthalten, ein ziemlich bedeutender Stickstoffansatz und Phosphoransatz erfolgte, während in einem Versuche mit Myosin und Phosphaten unter sonst gleichen Bedingungen der Stickstoffansatz geringer und der Phosphoransatz minimal war. Ebenso fand Zadik (10), dass die Ausnutzung des Stickstoffs um ein Geringes und die Ausnutzung des Phosphors erheblich besser als bei Darreichung von phosphorhaltigen Eiweisskörpern (Kasein), als bei Darreichung eines phosphofreien Eiweisskörpers (Edestin) mit Phosphaten; auch stellte er fest, dass der Nährwert des Kaseins und des (eisenhaltigen) Vitellins nicht der gleiche ist; das Vitellin gewährt unter sonst gleichen Verhältnissen günstigere Bedingungen für einen Phosphor- und Stichstoffansatz als das Kasein. Ehrlich (13) kam bei seinen Versuchen zu denselben Ergebnissen wie Zadik. Nach Gotthelf Marcuse (9) ist jedoch der Nährwert des Kaseins der gleiche wie der der Eiweisskörper des Fleisches.

Röhmann (19) ist, wie schon Socin als möglich aussprach, auf Grund der zitierten Arbeiten (von Steinitz, Zadik und Ehrlich) der Ansicht, dass nicht alle Eiweisskörper für die Ernährung gleichwertig sind, sich also nicht völlig vertreten können, weshalb er bei seinen eigenen Versuchen über Ernährung mit reinen Nahrungsstoffen mehrere Eiweisskörper (Hühnereiweiss, Vitellin, Nucleoproteit, Kasein) in dem Futter gemischt gab. Seine Versuche zeigten, dass bei Ersatz des Kaseins durch das phosphorfreie Edestin die Tiere rascher an Gewicht abnahmen,

Da aber keine Versuche vorliegen, in denen die Tiere unter sonst gleichen Bedingungen mit nur einem Eiweisskörper gefüttert wurden, so ist aus dem Ergebnis dieser Versuchsreihen noch nicht zu entscheiden, ob wirklich die Kombination verschiedener Eiweisskörper nötig ist. Ich glaube nicht, dass bei meinen Taubenversuchen das Vorhandensein nur eines Eiweisskörpers, des Kaseins, einen wesentlichen Mangel unseres Nahrungsgemisches darstellte; der Umstand, dass die Taube IV, welche statt des Kaseins Fleischpulver erhielt, länger die Fütterrng ertrug, ist vielmehr durch andere Einflüsse zwangloser zu erklären.

Man hat auch (Lunin, Socin u. a.) an die Notwendigkeit von organisch verbundenen Aschebestandteilen gedacht an die organische Verbindungen des Phosphors (die Nukleine und die Lecithine) und des Eisens.

Es könnten also phosphorhaltige Eiweissstoffe in der Nahrung, die Nukleine, nötig sein, um die entsprechenden Verbindungen im Körper zu erhalten und zu bilden; es könnten aber auch diese Stoffe der Nahrung bei oder nach der Resorption zersetzt und dann aus phosphorfreiem Eiweiss und Phosphaten hypotetisch wieder aufgebaut werden.

Marcuse (9) war imstande, einen Hund mit einer Nahrung, die als einzigen Eiweisskörper Kasein mit organisch gebundenem Phosphor enthielt, auf dem Stickstoff- und Phosphorgleichgewicht zu erhalten und Ansatz von Stickstoff und Phosphor zu bewirken; aber in der Nahrung waren auch Phosphate enthalten, welche den Ansatz hervorbringen konnten; Marcuse meint allerdings der Ansatz wäre hauptsächlich auf ein Zurückhalten des organisch gebundenen Phosphors zurückzuführen. Steinitz (21), legte sich daher die Frage vor, ob organische Phosphorverbindungen (Nukleoalbumin und Vitellin) bei Ausschluss von Phosphaten zu einer Vermehrung des Körperphosphors führen; er sah beim Hunde einen solchen Ansatz, es ist jedoch dadurch nicht bewiesen, dass der im Körper zurückgehaltene Phosphor wirklich in Nukleinproteiden abgelagert war. Es erscheint mir noch nicht entschieden zu sein, ob phosphorhaltige Eiweissstoffe oder das phosphorhaltige Lecithin in der Nahrung zugeführt werden müssen; man müsste zu diesem Zwecke zusehen, ob der Körper ohne diese phosphorhaltigen Stoffe auf die Dauer sich erhalten lässt, also eine Synthese dieser Stoffe aus phosphorfreien Stoffen und Phosphaten stattfindet.

Winf. S. Hall (17) hatte bei seinen Versuchen über das Verhalten des Eisens im tierischen Organismus (weisser Mäuse) ein Gemisch aus Kasein, Stärke, Fett und Mineralsalzen gegeben, wobei die Tiere aber schon nach 4 Wochon starke Gewichtsabnahme zeigten und vor dem 40. Tag teilweise zugrunde gingen. Er wollte

nun gesehen haben, dass die mit eisenfreiem, aber noch organisch gebundene Aschenbestandteile enthaltendem Kasein gefütterten Tiere weniger an Gewicht abnahmen als die mit einem an Eisen und an organisch gebundenen Aschebestandteilen freiem Kasein gefütterten. Hall führt daher die schlechten Erfolge bei dem künstlichen Futter wesentlich auf die Spaltung der an Eiweiss organisch gebundenen Aschebestandteile zurück; es genügten, so meint er, dem Organismus für seine Ernährung die reinen anorganischen Salze nicht, er bedürfe wohl die mit dem Eiweiss verbundenen Aschebestandteile.

Steinitz (18) wendet in seiner Dissertation (S. 20) dagegen ein, dass man bis jetzt (er meint offenbar von Basen) nur von dem Eisen weiss, dass es in organischer Bindung vorkommt, im Hämoglobin und in Nukleoproteiden. Dasselbe für die Alkalien und Erdalkalien anzunehmen, liege kein Grund vor. Letztere verbinden sich zwar mit einer Reihe der verschiedensten Eiweissstoffe zu salzhaltigen Körpern, es sei aber nicht erforderlich, eine organische Substanz in Verbindung mit einer bestimmten anorganischen Base zu verfüttern; es käme darauf an, dass ein bestimmtes Verhältnis bestehe zwischen den organischen Substanzen und den anorganischen und der Dissoziationsfähigkeit beider.

Es ist über diese Beziehungen bis jetzt zu wenig bekannt. Auch glaube ich nicht, dass die Resultate jener Versuche von Hall klar genug sind, dass man jene Schlüsse daraus ziehen dürfte; denn die geringen Unterschiede im Ausgang der Versuche kann man auch individuellen Verschiedenheiten der Tiere zuschreiben.

Steinitz ist geneigt (S. 42), den Misserfolg der künstlichen Fütterung in dem Mangel an eisenhaltigen Eiweisskörpern zu erblicken, weil er einen jungen Hund bei Zusatz von eisenhaltigem Nukleoproteid einige Zeit vollkommen gesund bleiben sah, nur weiss er nicht, wie lange Zeit das Tier sich damit erhalten hätte.

Man könnte endlich die Abwesenheit von schmeckenden Stoffen in dem künstlichen Futter und die Einförmigkeit desselben als Grund des Versagens ansehen. Die Genussmittel haben ja gewiss eine grosse Bedeutung für die Ernährung; der Mensch vermag ein geschmackloses Gemische der Nahrungsstoffe nicht längere Zeit aufzunehmen, und man weiss auch, wie wählerisch die Tiere in der Auswahl ihres Futters sind, und wie sie das nicht Zusagende abweisen. Die Abwechslung in den Genussmitteln braucht jedoch nicht gross zu sein, die italienischen Arbeiter z. B. begnügen sich ausschliesslich mit der aus Mais bereiteten, immer in gleicher Weise mit Wasser gekochten Polenta. Die Versuche von Lunin (15) und Socin (16) tun dar, dass Mäuse sich mit einer einförmigen Nahrung von eingedampfter Milch

und einem Eigelbstärkegemisch von immer gleichem Geschmacke längere Zeit zu ernähren vermögen. C. Voit hat eine Taube während 124 Tagen nur mit Erbsen gefüttert und erhalten. Aber alle diese Nahrungsmittel stellen ein kompliziertes Gemische dar, welches schmeckende Stoffe und Genussmittel enthält, während bei künstlich hergestelltem Futter die Genussmittel fehlen. Die Genussmittel sind Reizmittel, welche für die Prozesse der Ernährung und für andere Vorgänge im Körper durch Reizung bestimmter Nerven wichtige und unter Umständen unentbehrliche Dienste leisten. Ihre Wirkung geht bekanntlich von den Geschmackssinnesorganen in der Mundhöhle auf die Zentralorgane der Geschmacksempfindung und von da auf Drüsen im Verdauungsschlauch; sie wirken auch nach dem Verschlucken direkt reizend auf die Nerven des letzteren, ja es rufen schon Vorstellungen der schmeckenden Speisen vom Grosshirn aus solche Einflüsse hervor. Die Geschmacksempfindung ist nicht absolut notwendig für die Ernährung, denn man vermag Geisteskranke längere Zeit mit der Schlundsonde zu füttern oder kranke mit Stenose der Speiseröhre durch eine Magenfistel zu ernähren, das Gleiche kann bei Hunden durch die Magenfistel geschehen; die Menschen und die Hunde würden ohne die Geschmacksempfindung nur mit Widerwillen die geschmacklose Speise verschlucken. Unsere Tauben, so sollte man denken, würden daher auch die zwangsweise Fütterung mit einem geschmacklosen Gemenge ertragen. Es ist wenig wahrscheinlich, das Taube IV, welche statt des Kaseins das Fleischpulver bekam, deshalb das Futter längere Zeit nahm; weil in dem Fleischpulver schmeckende Extraktivstoffe enthalten waren; wenigstens ist an dem trockenen Pulver kaum ein Geschmack wahrzunehmen; auch nehmen Hunde längere Zeit ausgewaschenes Fleisch mit Stärkemehl und Fett auf, ohne dass Störungen in der Ernährung eintreten.

Der Fortfall des physischen Moments vom Grosshirn aus, das namentlich von Pawlow (22) in seinen Untersuchungen über die Arbeit der Verdauungsdrüsen hervorgehoben worden ist, kommt bei der Fütterung mit reinen Nahrungsstoffen in Betracht. Die Vorstellungen von etwas Schmackhaftem bei der sogenannten Scheinfütterung von Hunden erwiesen sich als der stärkste und erste Stimulus für die Tätigkeit der Magendrüsen, so dass man von einer förmlichen Psychologie der Drüsenabsonderung sprechen kann, von ihrer Beeinflussung durch Empfindungen, Wünsche und Gedanken. Bei der zwangsweisen Fütterung eines geschmacklosen, einförmigen und ungewohnten Gemisches fällt dieses fördernde Moment weg und an seine Stelle tritt das Entgegengesetzte, der Widerwille. Und damit könnte ein Hindernis für die künstliche Ernährung mit reinen Nahrungsstoffen ohne Genussmittel gegeben sein. Wir haben häufig bei den Unter-

suchungen über den Stoffwechsel und die Ernährung die Erfahrung gemacht, dass, wenn Hunde einen Widerwillen an einer Nahrung bekommen haben und Erbrechen eingetreten ist, diese Tiere zu einer Fortsetzung der Versuche nicht mehr zu gebrauchen sind; auch ist es bekannt, dass beim Menschen eine vorher sehr gerne gegessene Speise, durch welche ein Magenkatarrh eingetreten ist, noch nach Jahren nicht mehr ertragen wird. Auch könnte die zwangsweise Fütterung der Tauben an und für sich den schlechten Erfolg bewirken.

Betrachten wir nun unter all diesen erörterten Gesichtspunkten die Ergebnisse unserer Versuche an den Tauben. Taube IV, welche Fleischmehl erhielt, hat zwar die Fütterung länger (6 Wochen) ertragen als die übrigen (I, II, III). Aber es ist nach dem vorher Gesagten kaum anzunehmen, dass dieses bessere Resultat auf den Gehalt ihres Nahrungsgemisches an mehreren Eiweisskörpern oder an schmeckenden Extraktivstoffen zurückzuführen ist. Der Weizen enthält sehr wenig Extraktivstoffe, und es ist nicht anzunehmen, dass ihre Wirkung auf die wenig entwickelten Geschmackssinnesorgane der Tauben sehr gross ist. Freilich stehen einer exakten Beantwortung dieser Frage grosse Schwierigkeiten entgegen; jedenfalls wäre es nicht richtig, einfach die Beobachtungen beim Menschen oder bei Säugetieren auf diese unbekannten Verhältnisse zu übertragen. Dazu kommt, dass der schliessliche Ausgang dieses Versuches (IV) derselbe wie bei den übrigen war. Es liegt also näher, den Unterschied im Verlauf der Versuche auf andere Ursachen zurückzuführen. Taube IV war bedeutend schwerer und kräftiger gebaut als die anderen Tauben; sie wog 157—216 g mehr als die anderen. Ausserdem kamen diesem Versuch die Erfahrungen, die ich bei der Fütterung der drei ersten Tauben gemacht hatte, zugute. Durch möglichst langes Vermeiden der Anschoppung im Kropf durch vorsichtige Fütterung und entsprechende Verminderung der Nahrungszufuhr bei den ersten Anzeichen der Stauung, lässt sich das Ertragen der künstlichen Fütterung wohl verlängern. Ich glaube also nicht, dass bei den zwangsweise gefütterten Tauben der Mangel an schmeckenden Stoffen in der künstlichen Nahrung und der Wegfall ihrer Wirkungen auf die Vorgänge der Verdauung den Misserfolg wesentlich bestimmt hat. Anders wird es jedoch sein bei den freiwillig fressenden Tieren wie z. B. den Mäusen von Lunin und Socin, die nach Belieben fressen. In dem bei den Tauben I, II und III verfütterten Kasein waren Phosphor und etwas Eisen organisch gebunden enthalten, so dass also hierin kein Mangel vorliegt; das Eisen war allerdings zum grössten Teil nur als anorganisches Salz vertreten, aber es ist noch nicht entschieden, ob der Organismus organisch gebundenes Eisen absolut nötig

hat oder auch mit organischem Eisen seinen Bedarf zu decken vermag.

Ich war eine Zeit lang geneigt, dem psychischen Moment einen wesentlichen Einfluss zuzusprechen. In der Tat scheint eben die freiwillige Nahrungsaufnahme bei der Taube etwas ganz Anderes zu sein als die zwangsweise Fütterung. Taube V, die 4 Wochen lang mit den reinen Nahrungsstoffen gefüttert worden war, besonders gegen Ende des Versuchs häufig erbrochen hatte und schliesslich sehr hinfällig war, frass sofort reichlich von den Weizenkörnern, die ich ihr am 29. Tage vorsetzte und nahm in 7 Tagen um 44 g zu. Es konnte also eine wesentliche Störung in der Verdauung durch die vorhergehende zwangsweise Fütterung mit den reinen Nahrungsstoffen nicht vorhanden sein; was in den Magen und Dünndarm gelangte, wurde offenbar ganz normal verdaut, denn es fanden sich nie Bestandteile der Nahrung im Kot. Die Zwangsfütterung an und für sich kann jedoch nicht das entscheidende Moment für das Nichtertragen des Gemisches der reinen Nahrungsstoffe gewesen sein, denn das zwangsweise gegebene Weizenpulver in Versuch VI wurde 30 Tage lang ohne irgend eine Störung ertragen; die von C. Voit mit Erbsen zwangsweise gefütterte Taube wurde 124 Tage am Leben und auf ihrem Gewicht erhalten.

Es bleibt nach allen diesen Erörterungen nichts anderes übrig als den Grund für das Nichtertragen des von uns den Tauben zwangsweise beigebrachten Gemisches der reinen Nahrungsstoffe in der besprochenen physikalischen Beschaffenheit desselben zu suchen. Die Weizenkörner bleiben im Kropf und Vormagen als solche bestehen und werden erst im Muskelmagen zerdrückt; das künstliche leicht pulverisierbare Gemisch zerfällt im Kropf zu einer breiartigen Masse, die sich anhäuft und nicht weiter befördert werden kann. Der Zusammenhang wird bei dem Weizenkorn durch die Zellulose und den Kleber erhalten, was daraus hervorgeht, dass, wenn man das Weizenkorn pulverisiert und die daraus geformten Pillen zwangsweise füttert, der Zerfall der breiartigen Masse nicht eintritt und das Tier sich erhält. Ich bin überzeugt, dass, wenn es gelänge, den Zerfall der Pillen oder Tabletten im Vormagen durch irgendeinen Kunstgriff hintanzuhalten, die Tauben mit den reinen Nahrungsstoffen dauernd am Leben erhalten werden könnten.

2. Versuche mit Ratten.

Es hat sich bei den vorstehenden Versuchen deutlich gezeigt, und Forsters Erfahrungen bestätigen dies, dass Tauben zu Fütterungsversuchen mit künstlicher Nahrung wenig geeignet sind. Wohl bieten diese Tiere den grossen Vorteil, dass man ihnen leicht Nahrungsstoffe beibringen kann, aber es stellte sich

heraus, dass das angewendete Gemische der reinen Nahrungsstoffe mit dem reichlichen Gehalt an Stärkemehl im Kropf zu einem kompakten Brei zerfällt, der sich anstaut und nicht nach dem Vormagen befördert wird.

Die Unmöglichkeit, an diesen Tieren die aufgestellte Frage zu lösen, war die Veranlassung, die Versuche mit reinen Nahrungsstoffen noch an einem anderen Tier anzustellen, nämlich an Ratten. Im Januar 1905 erschienen die vorher erwähnten Versuche mit künstlicher Nahrung von V. Henriques und C. Hansen und dann die von Falta und Nöggerath an weissen Ratten.

Die ersteren bestimmten uns, an weissen Ratten die Versuche aufzunehmen und zu prüfen, ob sich dieselben nicht längere Zeit hindurch erhalten können, als es Henriques und Hansen gelungen war.

Ich verwendete zu dem Nahrungsgemisch:

Eiweiss: Kasein, dargestellt nach Hammarsten (von Merck in Darmstadt), das gleiche Präparat wie zu den Versuchen mit den Tauben.

Kohlehydrate: Rohrzucker, ebenfalls das gleiche Präparat wie früher. Gehalt an N = 0.04 % (Bestimmung nach Kjeldal).

Fett: Reines ausgelassenes Schweinefett.

Zellulose: Wie vorher in Versuch V, aschefreies Filtrierpapier, welches durch Behandlung mit Salzsäure und Flusssäure hergestellt war (Schleicher und Schüll),

Salze:

Kaliumchlorid	34,375 %
Natriumchlorid . . .	34,375 „
Kalziumphosphat . . .	31,250 „

Kasein, Zucker und Salze wurden gemischt und in das Fett in einer grossen Reibschale eingetragen. Die Zellulose wurde fein zerschnitten und in destilliertem Wasser zu einem flockigen Brei aufgeweicht; dann das Wasser abgegossen und ausgepresst und die etwas feuchte, filzige Masse in der Reibschale den andern Stoffen innig beigemischt, bis eine kompakte, weiche Mischung hergestellt war. Ihre Zusammensetzung war folgende:

Kasein . . .	12,5 %	Futter Nr. 1.
Fett . . .	54,0 „	
Zucker . . .	18,0 „	
Salze . . .	3,0 „	
Zellulose . .	12,3 „	

In einem anderen, gleichzeitig hergestellten Gemisch fehlte der Zucker. Er hatte folgende Zusammensetzung:

Kasein . . .	13,8 %	Futter Nr. 1a.
Fett . . .	69,0 „	
Salze . . .	3,4 „	
Zellulose . .	13,8 „	

Von diesen beiden Futtergemischen erhielten die Ratten täglich soviel sie fressen wollten. Sie wurden einzeln in geräumigen Käfigen gehalten, welche in einer dunklen Ecke des Zimmers in der Nähe der Heizung aufgestellt waren. Es wurde immer für eine genügende Menge destillierten Wassers gesorgt. Der Kot der Tiere fiel durch den Boden des Käfigs auf ein Blech, so dass er von den Ratten nicht gefressen werden konnte. Eine Ratte (I) war ganz weiss, die beiden anderen (II und III) waren gescheckt.

Ratte I erhielt von Futter Nr. 1 a, die beiden anderen von Futter Nr. 1. Ratte I frass am wenigsten gut und sah schon in der dritten Woche struppig aus. Sie erhielt daher am 17. Tage das gleiche Futter wie Ratte II und III, die im Wesen und Aussehen keine Veränderung zeigten

Da alle drei Tiere wenig frassen und die konstante Gewichtsabnahme bewies, dass die Nahrung sie nicht auf ihrem stofflichen Bestand erhalten konnte, wurde zu Beginn der dritten Versuchswoche die Zusammensetzung folgendermassen geändert:

Kasein	12%	Futter Nr. 2.
Fett	55 „	
Zucker	18 „	
Salze	6 „	
Zellulose . . .	9 „	

Ich habe also dabei die Menge der Zellulose um 3,5% herabgesetzt, weil die Tiere im Verhältnis zu der geringen Menge des Futters, das sie täglich frassen, viel von diesem unverdaulichen Stoff aufnahmen, der nur den Darm durchwanderte und im Kot wieder ausgeschieden wurde. Aber auch dieses Futter erhöhte weder die Fresslust der drei Ratten, noch konnte es eine weitere Abnahme ihres Gewichtes verhindern.

Auch eine Herabsetzung des Fettgehaltes zugunsten von Eiweiss und Zucker im Futter von Ratte I nützte nichts. Ratte I fand ich am 43. Versuchstage tot im Käfig. Es waren bis zuletzt ausser der konstanten Gewichtsabnahme keine krankhaften Symptome an ihr aufgetreten.

Die Sektion ergab hochgradige Abmagerung, völliges Schwinden des subkutanen Fettes; Zeichen irgendwelcher Organerkrankungen waren nicht vorhanden.

Bei Ratte II und III war während dieser Zeit der Zustand gleich geblieben. Sie nahmen ebenfalls konstant an Gewicht ab, aber bei weitem nicht in dem Masse wie Ratte I, die in 42 Tagen 70 g an Gewicht verloren hatte. (36,2% des Anfangsgewichtes.) Ihr Aussehen war nicht mehr so gut wie zu Anfang. Sie waren etwas struppig geworden, zeigten aber in ihrem Wesen keine Aenderung. Ihre Fresslust war ziemlich wechselnd, im ganzen aber gering.

Ich änderte nun am 38. Versuchstage für Ratte III das Futter in der Weise, dass ich seinen Gehalt an Fett herabsetzte, an Zucker und Eiweiss um ein Geringes erhöhte und Stärke dazu gab. Der Zellulosegehalt wurde ebenfalls etwas herabgesetzt. Das Futter hatte nun folgende Zusammensetzung:

Kasein	18,3%	Futter Nr. 3.
Zucker	23,0 „	
Stärke	19,2 „	
Salze	2,6 „	
Zellulose	6,2 „	

Ratte II bekam das gleiche Futter wie bisher (Futter Nr. 2).

Ratte III frass aber von diesem neuen Futter Nr. 3 noch weniger als von dem alten Nr. 2, so dass ich ihr nach fünf Tagen wieder von letzterem gab, das ich nun beibehielt. Ratte III ging am 73. Tag, ohne vorher irgendwelche Krankheitserscheinungen gezeigt zu haben, ein.

Die Sektion ergab starke Abmagerung. Weder im Verdauungstraktus noch in den übrigen Organen waren krankhafte Erscheinungen zu konstatieren. Ratte II blieb mit Futter Nr. 2 in Aussehen und Verhalten unverändert. Sie hat sich von der 6. Woche bis zur 11. Woche mit einigen Schwankungen auf ihrem Gewicht gehalten, dann nahm ihr Gewicht konstant ab und am 125. Tage ging das Tier, ebenso wie die übrigen, ein, ohne vorher Krankheitssymptome gezeigt zu haben. Bei der Sektion fand sich ausser beträchtlicher Abmagerung nichts Besonderes.

Folgende Zusammenstellung (S. 32) gibt eine Uebersicht über die Gewichtsveränderungen.

Diese Versuche zeigen also, dass es wohl möglich ist, Tiere, die sich zur Fütterung mit reinen Nahrungsstoffen eignen, längere Zeit mit solchen zu erhalten. Freilich konnte mit diesem Nahrungsgemisch bei Ratte I und III eine konstante Gewichtsabnahme nicht verhindert werden, und auch Ratte II hat sich erst nach beträchtlicher Gewichtsabnahme längere Zeit mit Schwankungen auf ihrem Gewicht gehalten. Dann ist dasselbe allerdings wieder gleichmässig gesunken bis das Tier einging. Immerhin war es gelungen, diese Ratte 124 Tage lang mit den reinen Nahrungsstoffen am Leben zu erhalten.

Ich glaube aus den Ergebnissen meiner Versuche mit den Ratten schliessen zu dürfen, dass die Erhaltung von Tieren mit reinen Nahrungsstoffen auch auf die Dauer möglich ist, was mit den Angaben von Röhmann für Mäuse übereinstimmt. Wenn es möglich ist, 124 Tage lang Tiere mit einem Futter am Leben zu erhalten, so wird man wohl schliessen dürfen, dass dasselbe alle zum Leben notwendigen Stoffe enthalten hat. Ich bin in diesen Versuchen bei der Herstellung des Nahrungsgemisches

	Ratte I	Ratte II	Ratte III
Anfangsgewicht	193	162	190
Ende der 1. Woche	186	150	177
„ „ 2. „	176	150	164
„ „ 3. „	166	144	158
„ „ 4. „	143	137	153
„ „ 5. „	123	125	146
„ „ 6. „	Tod	118	134
„ „ 7. „		117	131
„ „ 8. „		120	125
„ „ 9. „		115	117
„ „ 10. „		118	105
„ „ 11. „		113	Tod
„ „ 12. „		108	
„ „ 13. „		114	
„ „ 14. „		115	
„ „ 15. „		111	
„ „ 16. „		104	
„ „ 17. „		100	
„ „ 18. „		Tod	

den Angaben von V. Henriques und C. Hansen (23) in der oben zitierten Arbeit gefolgt. Welche Gründe für diese Autoren massgebend waren, die einzelnen Nahrungsstoffe gerade in diesem Mengenverhältnis zu mischen, ist aus der Arbeit nicht ersichtlich. Es gelingt vielleicht durch Herabsetzung des Kaseingehaltes und Erhöhung der Kohlehydratmenge, sowie durch Hinzufügung einiger anorganischer Bestandteile (Eisen) noch bessere Resultate zu erzielen. Es war mir nicht möglich, die Versuche mit Ratten, deren Ergebnisse auf einen Weg hinweisen, der zum Ziele zu führen scheint, weiter fortzusetzen. Es wird die nächste Aufgabe sein, in der oben angedeuteten Weise die Zusammensetzung des Nahrungsgemisches zu ändern und die sich so ergebenden Erfahrungen für weitere Versuche zu verwerten. So gelingt es vielleicht doch, eine Nahrung aus reinen Nahrungsstoffen ohne Genussmittel herzustellen, welche alle zur dauernden Erhaltung eines Tieres nötigen Stoffe im richtigen Mengenverhältnis enthält.

Die Versuche mit der dem Belieben der Tiere überlassenen Nahrung leiden darunter, dass die letzteren nur nach ihrem jeweiligen Appetit essen, der sehr wechselnd ist; es spielt da ein Moment, die Lust nach Abwechslung im Geschmacke, herein, welches man experimentell nicht beherrscht. Ich bin überzeugt, dass es dieser Moment ist, und nicht der Mangel eines notwendigen Nahrungsstoffes, welches eine sehr lang andauernde, freiwillige Aufnahme ein und desselben wenig schmackhaften Gemisches verhindert. Bei den Ernährungsversuchen sind im physiologischen Institut vielfache Erfahrungen hierüber gemacht worden; so erlebt man z. B. bei Hunden öfter, dass ein Tier, welches ein Nahrungsgemisch einige Zeit mit Begierde aufgenommen hat, die

weitere Aufnahme verweigert, so dass der Versuch ausgesetzt oder die Nahrung zwangsweise beigebracht werden musste, ja dass auch letzteres wegen Erbrechen und anderer Verdauungsstörungen nicht mehr möglich war. Wenn man glaubt die Versuchsanordnung auf das Beste eingerichtet zu haben, so passiert es nur zu oft, dass die Renitenz der Tiere einen Strich durch die Rechnung macht. Alles das, was C. Voit in seiner Lehre von dem allgemeinen Stoffwechsel und der Ernährung (S. 420 u. f.) über die Bedeutung der Genussmittel und der Abwechslung im Geschmacke gesagt hat, kommt auch bei den Versuchen mit reinen Nahrungsstoffen zur Geltung. Für diese Auffassung spricht, dass die Tiere sich längere Zeit mit dem ihnen vorgesetzten Nahrungsgemische auf ihrem Gewichte erhalten und dann fast plötzlich, zugleich mit einer verminderten Futteraufnahme, an Gewicht abnehmen und dann in einigen Tagen zugrunde gehen; sich aber rasch erholen, wenn man ihnen in dem herabgekommenen Zustande ihr natürliches Futter reicht. Die Tiere nehmen also aus dem angegebenen Grunde weniger und ungenügende Nahrung auf und verlieren deshalb immer mehr an Körpersubstanz bis zum Tode; es ist nicht so, dass aus irgendeiner Ursache Veränderungen im Körper eintreten und infolge davon der Appetit leidet; die Ratten ertragen den vollständigen Hunger nur 4—6 Tage, so dass bei ungenügender Nahrungsaufnahme in kurzer Zeit der Tod erfolgt. Damit stimmt auch überein, dass man bei den verendeten Tieren keine krankhaften Veränderungen wahrnimmt und nur das sichtbare Fett völlig geschwunden ist. Der vorher (S. 7) zitierte Schlusssatz der Abhandlung von Falta und Nöggerath scheint dafür zu sprechen, dass diese Forscher einer ähnlichen Anschauung nicht abgeneigt wären.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor O. Frank für seine mannigfache Unterstützung bei der Ausführung meiner Versuche auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Literaturverzeichnis.

1) Carl Voit, Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung. Hermanns Handb. d. Physiol. 1881, Bd 6, Teil I, S. 19.
2) P. Plósz, Ueber Peptone und Ernährung mit denselben. Pflügers Archiv 1874, Bd. 9, S. 323 und (mit Gyergyai) 1875, Bd. 10, S. 536.
3) Rich. Maly, Ueber die chemische Zusammensetzung und die physiologische Bedeutung des Peptons. Pflügers Archiv 1874, Bd. 9, S. 585.

4) H. Weiske, M. Schrodt u. St. v. Dangel, Ueber die Bedeutung des Asparagins für die tierische Ernährung. Zeitschr. f. Biol. 1879, Bd. 15, S. 261.

5) F. Röhmann, Beiträge zur Physiologie des Glykogens. Pflügers Archiv 1886, Bd. 39, S. 21.

6) H. Weiske, Ueber den Einfluss von kalk- oder phosphorsäurearmer Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen. Zeitschr. f. Biol. 1871, Bd. 7, S. 179 u. 333.

7) H. Weiske u. E. Wildt, Zeitschr. f. Biol. 1873, Bd. 9, S. 541.

8) E. Salkowski, Ueber Anwendung eines neuen Kaseinpräparates „Eucasin" zu Ernährungszwecken. Deutsche med. Wochenschr. 1896, Nr. 15.

9) Gotthelf Marcuse, Ueber den Nährwert des Kaseins und über das Verhalten der Phosphorausscheidung bei Stoffwechselversuchen mit Kasein. Pflügers Archiv 1896, Bd. 64, S. 243; 1897, Bd. 67, S. 363.

10) H. Zadik, Stoffwechselversuch mit phosphorhaltigen und -freien Eiweisskörpern. Pflügers Archiv 1899, Bd. 77, S. 1.

11) Johannes Potthast, Beiträge zur Kenntnis des Eiweissumsatzes im tierischen Organismus. Inaug.-Diss. Münster 1887.

12) E. Salkowski, Berliner klin. Wochenschr. 1894, Nr. 51.

13) Ernst Ehrlich, Stoffwechselversuche mit P-haltigen und P-freien Eiweisskörpern. Inaug.-Diss. Breslau 1900.

14) Jos. Forster, Versuche über die Bedeutung der Aschebestandteile in der Nahrung. Zeitschr. f. Biol. 1873, Bd. 9, S. 297.

15) N. Lunin, Ueber die Bedeutung der anorganischen Salze für die Ernährung des Tieres. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1881, Bd. 5, S. 31.

16) C. H. Socin, In welcher Form wird das Eisen resorbiert? Zeitschr. f. physiol. Chemie 1891, Bd. 15, S. 93.

17) Winf. S. Hall, Ueber die Herstellung eines künstlichen Futters Archiv f. Physiol. von du Bois-Reymond 1896, S. 49 u. 142.

18) Franz Steinitz, Ueber Versuche mit künstlicher Ernährung. Inaug.-Diss. Breslau 1900.

19) F. Röhmann, Ueber künstliche Ernährung. Klin. therap. Wochenschr. 1902, Nr. 40, S. 1.

20) G. v. Bunge, Lehrb. d. physiol. u. pathol. Chemie 1887, S. 76 u. 79.

21) Franz Steinitz, Ueber das Verhalten phosphorhaltiger Eiweisskörper im Stoffwechsel. Pflügers Archiv 1898, Bd. 72, S. 75.

22) J. P. Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen. Wiesbaden 1898.

23) V. Henriques u. C. Hansen, Ueber Eiweisssynthese im Tierkörper. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1904/05, Bd. 43, S. 417.

24) E. Abderhalden u. P. Rona, Fütterungsversuche mit durch Pankreatin hydrosiliertem Kasein (Zeitschr. f. physiol. Chem. 1904, Bd. 42, S. 528) und über die Verwertung der Abbauprodukte des Kaseins im tierischen Organismus (Zeitschr. f. physiol Chemie 1905, Bd. 44, S. 198).

25) O. Löwi, Ueber Eiweisssynthese im Tierkörper. Archiv f. exp. Pathol. u. Pharm. 1902, Bd. 48, S. 303

26) W. Falta u. C. T. Nöggerath, Fütterungsversuche mit künstlicher Nahrung. Beiträge z. chem. Physiol. u. Pathol. von Franz Hofmeister 1905. Bd. 7, Heft 7/9, S. 313.

Lebenslauf.

Ich bin am 4. März 1881 in Kaiserslautern als Sohn des verstorbenen prakt. Arztes, kg. Hofrates Dr. Eugen Jacob und seiner Frau Luise, geb. Spatz, geboren. Nach vierjährigem Besuch der Seminarschule in Kaiserslautern trat ich in das dortige humanistische Gymnasium ein und absolvierte dasselbe am 17. Juli 1900. Ich bezog dann die Universität in München, studierte dort 4 Semester Medizin und bestand am Schluss des 4. Semesters das Physicum. Nachdem ich das erste klinische Semester in Strassburg, die beiden folgenden in Heidelberg zugebracht hatte. kehrte ich nach München zurück zur Vollendung meiner Studien und zur Ablegung der ärztlichen Approbationsprüfung. Ich bestand dieselbe nach einer Studienzeit von 9 Semestern im Sommersemester 1905.